

ДОВІДКА

про творчий внесок у роботу автора д.т.н., с.д. Кононенко Г.А.: «Концептуальні основи вибору хімічного складу сталі для залізничних коліс з підвищеною стійкістю до утворення дефектів на поверхні кочення»

Представлена робота колективу молодих вчених є складовою частиною діяльності відділу проблем деформаційно-термічної обробки конструкційних сталей та відділу фізико-хімічних проблем металургійних процесів Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України. На етапі проведення досліджень, трудова діяльність автора, Кононенко Г.А., складалась з:

2014-2019 – старший науковий співробітник,

2019-2021 – старший науковий співробітник за сумісництвом,

2019-2020 – в.о. учений секретаря,

2020 – теперішній час, учений секретар,

2021- теперішній час, в.о. зав. відділу проблем деформаційно-термічної обробки конструкційних сталей за сумісництвом, Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України.

Творчий внесок, зокрема, д.т.н., с.д. Кононенко Ганни Андріївни полягає в встановленні закономірності впливу хімічного складу сталей для залізничних коліс на їх механічні властивості на основі комплексних критеріїв складу. Автором вперше встановлено закономірності фазових перетворень при безперервному охолодженні сталі для залізничних коліс із підвищеним вмістом кремнію та марганцю. В результаті лабораторних досліджень встановлено, що стійкість до термічного впливу сталі з підвищеним вмістом кремнію та марганцю (марка «К») відрізняється незначно (приблизно на 12%) від марки «2». У той самий час стійкість до термічного впливу сталі марки «К» порівняно зі сталлю марки «Т» вище приблизно на 44%. Позитивною особливістю марки «К» у порівнянні з маркою «Т» є нижчий рівень мікротвердості, щільності дислокацій та спотворень другого роду мартенситного шару.

Вперше встановлено закономірності фазових перетворень при безперервному охолодженні сталі хімічного складу (% мас.): 0,68 С, 0,49 Si; 0,7 Mn; 0,77 Cr; 0,22 Ni; 0,069 Mo; 0,087 V для залізничних коліс класу D відповідно до вимог стандарту ААР М-107/М-208. Визначено інтервали швидкостей

охолодження, в межах яких спостерігається зміна закономірностей структуроутворення при розпаді аустеніту. Встановлено, що при швидкостях охолодження до $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ формується повністю перлітна структура, при швидкості охолодження $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ кінцева структура складається з 15% перліту, 25% бейніту, решта – мартенсит і залишковий аустеніт; при швидкостях охолодження $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ та більше розпад аустеніту проходить з утворенням мартенситу й залишкового аустеніту.

За результатами лабораторних досліджень розроблено хімічний склад сталі та температурно-часові параметри термічної обробки коліс, що в сукупності забезпечили отримання високого комплексу механічних властивостей дослідних коліс класу D з підвищеною стійкістю до зношування, які працюють в легких умовах гальмування при високих навантаженнях на вісь відповідно до вимог стандарту AAR M-107/M-208 та, як наслідок, підвищення надійності та довговічності цих виробів. Було встановлено рекомендації щодо хімічного складу сталі для виробництва коліс класу D в промислових умовах (% мас.): C=0,67-0,70; Si=0,45-0,55; Mn=0,65-0,75; Cr= 0,75-0,80; Mo=0,06-0,10; Ni=0,20-0,25; V= 0,08-0,12. Розроблено рекомендований режим обробки: нагрівання в кільцевій печі під зміцнюючу термічну обробку до $(840 \pm 10)^{\circ}\text{C}$, тривалість охолодження – (170 ± 5) с, налаштування спреера - $\frac{1}{2}$ висоти обода, температура води – $(25 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, зміна витрати води від 0 до $(60 \dots 65)$ м³/год протягом першої хвилини, тривалість підстужування коліс – (35 ± 5) хв, відпуск при $(600+10)^{\circ}\text{C}$, протягом 3 год. +15 хв.).

За результатами проведених досліджень опубліковано 34 наукових роботи, із них 12 статей в журналах в міжнародних наукових виданнях (h-індекс 1), з них 3 монографії, та 6 діючих патентів. Основні результати неодноразово доповідалися на конференціях, в тому числі й міжнародного рівня. Отримані результати безумовно мають науковий і практичний інтерес.

Вчений секретар ІЧМ НАН України

Директор ІЧМ НАН України



Ганна КОНОНЕНКО

Олександр БАБАЧЕНКО

ДОВІДКА

про творчий внесок у роботу автора Подольський Р.В.: «Концептуальні основи вибору хімічного складу сталі для залізничних коліс з підвищеною стійкістю до утворення дефектів на поверхні кочення»

Представлена робота колективу молодих вчених є складовою частиною діяльності відділу проблем деформаційно-термічної обробки конструкційних сталей та відділу фізико-хімічних проблем металургійних процесів Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України. На етапі проведення досліджень, трудова діяльність автора, Подольський Р. В., складалась з:

2019 – 2020, технік 1 кат.

2020 – 2021, інженер 1 кат.

2021 – 2021, провідний інженер 1 кат.

2021 – теперішній час, молодший науковий співробітник. відділу проблем деформаційно-термічної обробки конструкційних сталей, Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України.

Творчий внесок, зокрема, Подольського Ростислава Вячеславовича полягає в розвитку уявлень про закономірності утворення дефектів на поверхні катання залізничних коліс зі сталей різного хімічного складу у процесі експлуатації. Їхнє утворення пов'язане з формуванням в результаті термічного впливу в поверхневих шарах обода колеса крихкої структурної складової - мартенситу, та його подальшого руйнування в процесі експлуатації. Автором розроблено математичні моделі розрахунку швидкостей охолодження по перерізу обода колеса при охолодженні на вертикальній гартувальній машині. Моделювання прискореного охолодження колеса проводилося за допомогою методу кінцевих елементів (МКЕ) у середовищі програмного комплексу ANSYS. Оцінка адекватності моделі шляхом порівняння даних, отриманих експериментально та в результаті моделювання показала її високу точність. Отримані моделі дозволяють обґрунтовано рекомендувати зміну режимів прискореного охолодження під час зміцнення термічної обробки.

Встановлено закономірності зміни температури у часі за перерізом обода колеса. Показано, що на глибині 0-15 мм чіткіше виражені періоди охолодження і відігріву металу обода, на глибині більше 15 мм цей ефект вже слабо

виражений і охолодження відбувається практично рівномірно з постійною швидкістю.

Також у роботі було виконано оцінку адекватності моделі шляхом порівняння даних, отриманих експериментально і в результаті моделювання. На основі даного дослідження побудовані закономірності, з яких випливає, що одержана модель характеризується високою адекватністю.

Встановлено закономірності впливу температури випробувань на показники міцності, пластичності та на ударну в'язкість сталі. Показано, що сталь марки «К» з підвищеним вмістом кремнію та марганцю, має високу пластичність і міцність при підвищених температурах (20-800°C), а при негативних температурах (до -60) має більш високі значення ударної в'язкості порівняно зі сталями, що застосовуються для залізничних коліс в Україні, що свідчить про високий рівень експлуатаційної надійності коліс із сталі марки «К».

Показана принципова можливість отримання високого комплексу характеристик міцності та пластичності залізничних коліс з формуванням мікроструктури без утворення мартенситу при термічній обробці за рекомендованими режимами в умовах виробництва ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ». Результати порівняльних випробувань зразків з коліс класу D і C відповідно до вимог стандарту ААР М-107/М-208 показали, що зразки коліс класу D мають на ~ 10 % вищий рівень зносостійкості та на ~65% вищу стійкість до відшарування у порівнянні зі зразками, виготовленими із колеса класу С.

За результатами проведених досліджень опубліковано 24 наукових робіт із них 6 статей в журналах, з них 1 монографія, що входять у перелік фахових видань затверджених ВАК України. Основні результати неодноразово доповідалися на конференціях, в тому числі й міжнародного рівня. Отримані результати безумовно мають науковий і практичний інтерес.

Молодший науковий співробітник

відділу проблем деформаційно-термічної

обробки конструкційних сталей

Директор ІЧМ НАН України



Ростислав ПОДОЛЬСЬКИЙ

Олександр БАБАЧЕНКО

ДОВІДКА

про творчий внесок у роботу автора к.т.н., н.с. Снігури І.Р.:

«Концептуальні основи вибору хімічного складу сталі для залізничних коліс з підвищеною стійкістю до утворення дефектів на поверхні кочення»

Представлена робота колективу молодих вчених є складовою частиною діяльності відділу проблем деформаційно-термічної обробки конструкційних сталей та відділу фізико-хімічних проблем металургійних процесів Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України. На етапі проведення досліджень, трудова діяльність автора, Снігури І.Р., складалась з:

2017 - 2021 молодший науковий співробітник,

2021 - теперішній час, науковий співробітник відділу фізико-хімічних проблем металургійних процесів, Інститут чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України.

Творчий внесок к.т.н., н.с. Снігури Ірини Романівни полягає в створенні інтегрованої бази даних та виконання розрахунково-аналітичної оцінки критичних температур фазових перетворень сталей для залізничних коліс поточного виробництва на основі прогнозних моделей, що враховують міжатомну взаємодію у розплавах.

Запропоновані прогнозні моделі використані при прийнятті науково-обґрунтованих рішень щодо вибору ефективних легуючих та мікролегуючих елементів в конкретних технологічних умовах.

Систематизовані шляхи впливу комбінації мікролегуючих елементів, які використовуються в реальних промислових умовах Ti, Mo, V і легуючих Cr, Ni, як фізико-хімічного потенціалу для підвищення механічних властивостей сталей для залізничних коліс і спрямованого формування структури сталі. Врахування температур існування кластерів, хімічної індивідуальності і реакційної здатності кластероутворюючих елементів і їх руйнування є одним з ефективних технологічних прийомів, який дозволяє забезпечити рівномірність структури металевого розплаву і оптимізувати температурний режим плавки.

Найбільш стійкі кластери утворюються з найбільш сильним міжатомним зв'язком між компонентами розплаву, до таких слід віднести V, Mo, Ti і ін.

Встановлено закономірності впливу хімічного складу сталей для залізничних коліс на їх механічні властивості на основі комплексних критеріїв складу.

В результаті обчислювального експерименту визначено діапазони зміни вмісту хімічних елементів матричної підсистеми, що забезпечують необхідні службові та експлуатаційні властивості залізничних коліс: вуглець (0,55-0,60%); марганець (0,8-1,0%); кремній (0,7-0,9%), обґрунтовано ефективність мікролегування сталі для залізничних коліс ванадієм з метою підвищення їх характеристик міцності.

За результатами проведених досліджень опубліковано 17 наукових робіт із них 2 статей в журналах в міжнародних наукових виданнях, з них 1 авторське свідоцтво, та 1 діючий патент. Основні результати неодноразово доповідалися на конференціях, в тому числі й міжнародного рівня. Отримані результати безумовно мають науковий і практичний інтерес.

Науковий співробітник
відділу фізико-хімічних проблем
металургійних процесів, к.т.н.
Директор ІЧМ НАН України



Ірина СНИГУРА
Олександр БАБАЧЕНКО